

# Injection foaming method and apparatus and composition

Publication number: CN1334283 (A)

Publication date: 2002-02-06

Inventor(s): EIICHI SUIBARA [JP]; MASAO ESATOKUCHI [JP]; SEIKI MISUMI [JP] +

Applicant(s): MITSUI CHEMICALS INC [JP] +

Classification:






- international: **B29C44/34; B29C44/58; B29C44/34**; (IPC1-7): C08J9/12; B29C44/42

- European: B29C44/34J6; B29C44/34F2; B29C44/58F

Application number: CN20011023386 20010622

Priority number(s): JP20000187298 20000622

Also published as:

 CN1220718 (C)  
 EP1166991 (A2)  
 EP1166991 (A3)  
 EP1166991 (B1)  
 US2002017734 (A1)

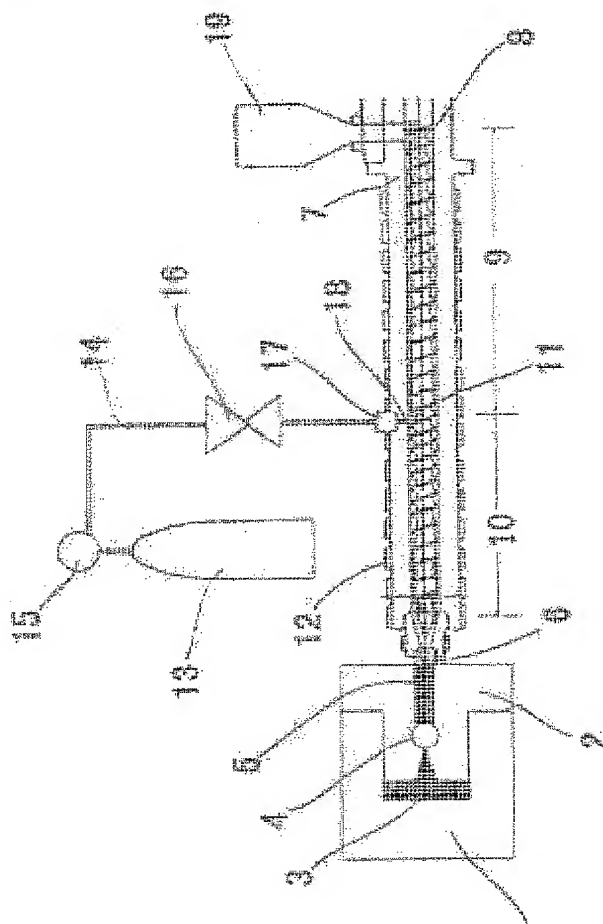
more >>

Abstract not available for CN 1334283 (A)

Abstract of corresponding document: **EP 1166991 (A2)**

A process for injection-foaming a thermoplastic resin by using an injection molding machine with a two-stage-compression screw, injecting a physical foaming agent into the cylinder of the machine at a pressure lower than the storage pressure of the physical foaming agent, mixing it with a melted resin and expanding the volume of the cavity of the mold at the time of injection, and an injection molding machine and resin composition suitable therefore.

Fig.1



[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

C08J 9/12

B29C 44/42

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01123386.9

[43]公开日 2002 年 2 月 6 日

[11]公开号 CN 1334283A

[22]申请日 2001.6.22 [21]申请号 01123386.9

[30]优先权

[32]2000.6.22 [33]JP [31]187298/2000

[71]申请人 三井化学株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 杉原永一 江里口真男 三隅正毅

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 沙永生

权利要求书 2 页 说明书 36 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 注射发泡方法和设备及其组合物

[57]摘要

一种注射发泡热塑性树脂的方法,通过使用带有两级压缩螺杆的注射成形机,将物理发泡剂在低于物理发泡剂储存压力下注入设备的料筒中,将其与熔融树脂混合,并在注射时增大模具型腔的容积,一种注射成形机,及其适合的树脂组合物。

ISSN 1000-8424

知识产权出版社出版

## 权 利 要 求 书

- 1.一种注射发泡热塑性树脂的方法，通过使用从料筒中部向其中加入物理发泡剂的带有两级压缩段螺杆的注射成形机，其中包括：
- 5       (1)通过储料罐和注射成形机料筒之间的压差，在低于储存压力下从储料罐将发泡剂喂入料筒中；
- (2)在螺杆运行到注射方向的最前端时，在注射方向上从螺杆第二级的起点到9倍于外径长度的范围内，喂入上述发泡剂；和
- (3)通过使注射成形机中模具型腔的压力在包括实际大气压的低压下，将
- 10   树脂注入型腔中，然后扩张型腔的容积而得到发泡体。
- 2.一种根据权利要求1的注射发泡方法，其中树脂注射和填充入型腔之后，通过使模具中的金属板退回而扩张型腔容积。
- 3.一种根据权利要求1或2的注射发泡方法，其中上述注射成形机两级压缩段螺杆第一级的最后一个凹槽深度L1与上述两级压缩段螺杆第二级的第一个凹
- 15   槽深度L2之比 $L2/L1$ 在1.2-6的范围内。
- 4.一种根据权利要求1—3任何一项的注射发泡方法，其中物理发泡剂在不超过储存压力的80%的较低压力下，并且处于气态或超临界状态。
- 5.一种根据权利要求1—4任何一项的注射发泡方法，其中在物理发泡剂注入注射成形机处安装树脂止逆阀。
- 20   6.一种根据权利要求1—5任何一项的注射发泡方法，其中物理发泡剂是二氧化碳、氮或氩。
- 7.一种热塑性树脂的注射成形机，其具有：
- (1)物理发泡剂罐；
- (2)两级压缩螺杆；
- 25   (3)在螺杆运行到注射方向的最前端时，在注射方向从螺杆第二级的起点到9倍于螺杆外径方向范围内，具有物理发泡剂喂入部的料筒；和
- (4)能够扩张型腔容积的模具。
- 8.一种根据权利要求7的注射发泡方法，其中上述注射成形机两级压缩螺杆第一级的最后一个凹槽深度L1与上述两级压缩螺杆第二级的第一个凹槽深度L2
- 30   之比 $L2/L1$ 在1.2-6的范围内。

9. 一种根据权利要求7或8的注射发泡方法，其中在物理发泡剂注入注射成形机处安装树脂止逆阀。

10. 一种适用于权利要求1—6任一项所限定的注射发泡方法的树脂组合物，其包括热塑性树脂，相对于热塑性树脂，该热塑性树脂含有作为发泡成核剂其平均颗粒直径为0.5-10 $\mu$ m的无机填料0.1-5wt%，和/或计算为化学发泡剂或其已分解原料的未分解原料为0.01-1wt%。

11. 一种根据权利要求10的树脂组合物，其中上述无机填料是滑石粉、二氧化硅、碳酸钙或硫酸钡。

12. 一种根据权利要求10的树脂组合物，其中化学发泡剂是比例为0.1:0.9-0.9:0.1的聚羧酸和碳酸氢盐的混合物，或其分解了的原料。

13. 一种根据权利要求10或12的树脂组合物，其中化学发泡剂是比例为0.1:0.9-0.9:0.1的柠檬酸和碳酸氢钠的混合物，或其分解了的原料。

14. 一种根据权利要求10—13任一项所述的树脂组合物，其中热塑性树脂是聚烯烃。

15. 一种根据权利要求1—6任一项的注射发泡方法，其中由权利要求10—14任一项所限定的树脂组合物作为热塑性树脂。

16. 一种注射发泡方法，其中当将与物理发泡剂混合的在权利要求10—14所限定的树脂组合物的熔融树脂注入型腔中时，型腔容积被扩大，型腔的体积开始设定在低于计量树脂数量的值。

## 注射发泡方法和设备及其组合物

- 5 本发明涉及一种注射发泡方法，其中将物理发泡剂注入成形设备中，并在注射发泡前与熔融的热塑性树脂混合，并且涉及一种注射成形机及其适合的树脂组合物。更具体地，本发明涉及一种用于得到发泡体的方法，在低于物理发泡剂的贮存压力下，通过将物理发泡剂注入注射成形机的料筒，将其与熔融的树脂混合，并在注射时膨胀模具型腔的容积，并且涉及注射成形机及其适合的树脂组合物。

过去，已经研究了使用热塑性树脂的注射成形方法的应用，其中为了降低原材料的使用和产品重量而进行发泡。作为实施注射发泡的方法，已知一种其中热分解型的化学发泡剂例如偶氮二羧酸酰胺（azodicarboxylic acid amide）被直接加入到原料热塑性树脂中或作为母料的方法。

- 15 由于这种化学发泡剂容易得到，而且应用在普通串联型的注射成形机上，所以它被广泛应用于注射发泡。但是，当将化学发泡剂加入到颗粒中时，需要较大量的化学发泡剂，例如1—5wt%，而且，粉末状的发泡剂和颗粒分离使发泡不均匀。除此之外，在化学发泡剂是母料的情况下，由于在制备它时在挤出机中的热量，部分发泡剂分解。这导致在注射发泡时产生气体的效率较低。

- 20 重要的是，化学发泡剂价格昂贵，这使得原材料花费更高。它们中的一些是能够产生有毒的气体，例如一氧化碳。此外，在一些情况下，化学发泡剂的分解残余物长时间地停留在注射成形机的料筒中，并且有时出现在成形制品的表面，损坏了它们的外观。

- 还有对于物理发泡剂的提议，其中丙烷，氮气，二氧化碳等用作发泡剂代替化学发泡剂。特别是，对于聚苯乙烯纸等已经广泛地应用使用这些物理发泡剂的挤出发泡方法。在该挤出发泡方法中，通过在料筒中部形成的孔（例如日本专利公开HEI7-16450和日本专利公开HEI8-81590），在压力下将物理发泡剂注入挤出机的料筒中。在挤出发泡的情况下，通过保持恒定的喂入原料和喂料发泡剂的速度，可以得到尺寸和发泡倍率稳定的产品。

- 30 另一方面，在串联型注射成形方法的情况下，在注射成形中使用喂料发泡

剂，在一些情况下会发生：即使在料筒的中部有用于注入喂料发泡剂的孔，它也不能够被注入料筒中，视螺杆的位置而定，由于注射孔的位置和螺杆的位置之间的关系并不总是恒定的，这与挤出机的情况不同，由于当螺杆在料筒中前后移动时，树脂被塑化、计量和注射。

- 5        在该方法中，向注射成形机注入物理发泡剂比向挤出机注入更困难。鉴于此，为了改进注射发泡方法已有一些建议。

例如，作为注射发泡成型方法，使用有机溶剂作为物理发泡剂，从而当树脂被传送到注射成形机时，使物理发泡剂不能够容易地挥发，已经提出了一种其中有机物和树脂的混合物被间歇地喂入注射成形机的方法（日本专利公开SH  
10 O46-2184），和一种其中通过挤出机混合有机溶剂和热塑性树脂然后直接注入模具的方法（日本专利公开HEI6-41344）。这些方法需要：由于使用有机溶剂，改进设备从而使其变成防爆型的。而且，在将该混合物由挤出机注入模具的情况下，熔融树脂从挤出机被连续喂入模具，因此在产品脱模时而树脂从系统中被排放，同时树脂在发泡过程中。这表示随着树脂的排出，有可能产生成形  
15 制品被弄脏及高速制备有缺陷制品的问题。

相反地，提出了另外一种方法，其中在超临界状态下树脂用物理发泡剂浸渍之后被发泡。该技术也称作微孔发泡技术（其中包括美国专利5,158,986（日本专利2625576）和美国专利4,473,665）。该微孔发泡技术提供适于保持抗冲击性的产品，尽管是发泡体，通过使发泡体微孔直径小于微孔发生破裂的直径。

- 20        已经提出了在用于注射该超临界状态下物理发泡剂的方法中和成形方法中的改进方案，从而使得超临界物理发泡剂可以在注射发泡方法中使用。

例如，已经提出了改进其中通过用物理发泡剂饱和熔融树脂而得到微孔发泡体、然后将其注入型腔的方法的方案，加压（反压）使发泡剂在操作过程中不会汽化，当其过饱和时树脂变得不稳定，并且随后扩张（使型芯后退）型腔  
25 的容积（美国专利4,473,665和美国专利5,334,356）。

在得到微孔发泡体的注射成形方法中，有必要将大量的物理发泡剂溶解于熔融树脂中，从而使其进入过饱和状态，在一些情况中，在高压和高温下喂入物理发泡剂，从而使物理发泡剂在注射成形机的料筒中进入超临界状态，除了使用压力泵或类似的注射物理发泡剂，在能够使发泡剂克服高树脂压力的压力  
30 水平下。而且，该注射成形方法需要一种系统，能够开合在料筒中对应于螺杆

的移动形成的物理发泡剂注入孔，并且控制压力泵的运动，一些传感器，和信息处理系统；结果，该注射成形方法变得复杂和昂贵（expressive）。

而且，在模具中，在使型腔增压（反压）和使型芯后退时有必要密封模具的金属表面，通过使金属表面紧密接触，从而使高压气体不会泄漏。然而，用  
5 通常的注射成形机的模具合模力来实现它是有困难的，并且鉴于此，所需的气密性通常通过使用由橡胶或类似物制造的填充物而实现。除此之外，由于当型腔被加热时该填充物慢慢地变得破旧，因此生产大量制品是有困难的。

而且，由于型腔的气密度提高了，那么还有一种可能性：在注射时，反压气体没有从型腔释放出，结果是在型腔中气体滞留，使得在成形制品凹陷，并  
10 且因此在其外观上变差。

而且，日本专利特许公开HEI11-34129，日本专利特许公开HEI11-34130和WO98/31521，提出了在高压下将物理发泡剂从具有串联螺杆的注射成形机的料筒中部喂入料筒中的方案，从而使物理发泡剂进入超临界状态。在高压下注入物理发泡剂需要压力泵和复杂且昂贵的设备。

15 还提出了一种用于其中由螺杆的移动独立地进行注入物理发泡剂的方法的方案。例如，在日本专利特许公开HEI8-258096提出了一种方案，对于一种从螺杆的端部通过在螺杆轴向形成的孔注入发泡剂，并且与熔融树脂混合的方法。在该方法中，由于使用透气性的烧结金属或类似物来防止熔融树脂倒流入上述注射孔中，所以由于当物理发泡剂通过该烧结金属时发生了压力损失，因此有  
20 必要在较高压力下注射发泡剂。而且在日本专利特许公开HEI8-85128中，对以下方法提出了建议：在压力下，在注射成形机的料斗和料筒之间建立起来的腔室中，将树脂用物理发泡剂例如二氧化碳充分浸透之后才进行注射发泡，树脂然后被送入料筒中。在邻近室温下短时间内难以将树脂用物理发泡剂浸透，因此该方法不适合工业连续生产。

25 对以下方法提出了建议，其中除了在计量时，通过向熔融树脂中连续注入物理发泡剂、将熔融树脂喂入注射成形机的料筒中并在贮料室中储存该树脂或将该树脂排放出该系统，从而有可能进行间歇的注射成形操作（日本专利特许公开HEI10-230528和日本专利特许公开HEI10-24436）。根据本方法，不需要与模具和螺杆的运动同步地进行注射物理发泡剂，但由于使用泵用于增压的  
30 目的，因此该制造设备变得价格昂贵。而且，由于当熔融树脂排放出系统时原

料的产量下降，使用该方法来生产廉价的发泡产品是困难的。

为了满足以上要求，本发明人进行了努力的研究，并成功地得到了本发明。

图1是注射发泡设备的横截面图，所示为本发明成形方法的实施例。

图2是图1所示注射发泡设备的物理发泡剂注入孔部分的部分横截面图。

5 图3是部分横截面图，所示为在图2所示物理发泡剂注入孔处安装的止逆阀的闭合状态。

图4在连续平面图中的设计简图，所示为在螺杆的第二级压缩段的凹槽中流动的熔融树脂的状态。

图5是午餐盒的平面图，是由本发明的注射发泡方法得到的成形制品的例子。  
10 子。

图6是平面图，所示为文件夹，本发明的注射发泡方法得到的成形制品的例子。

本发明的目的是提供一种注射发泡方法，其在低压下能够将物理发泡剂注入注射成形机的料筒中，而不需任何增压装置如泵。

15 本发明的目的是提供一种注射发泡方法，它能够与模具和螺杆的运动同步地将物理发泡剂注入并使注射发泡成为可能，而不用将模具保持在高压下。

本发明的目的是提供一种注射发泡方法，其使注射发泡成为可能，而不用使模具型腔保持在高压下。

20 本发明的目的是提供一种注射发泡方法，其在低压和与模具和螺杆运动同步的情况下将物理发泡剂注入注射成形机的料筒中，并使注射发泡成为可能，而不需将模具保持在高压下。

本发明的目的是提供一种注射发泡方法，其能够制备具有良好外观和高发泡倍率的注射发泡制品。

本发明的目的是提供一种适合于那些注射发泡方法的注射成形机。

25 本发明的目的是提供一种适用于那些注射发泡方法的树脂组合物。

30 本发明提供一种用于注射发泡从料筒中部向其中喂入物理发泡剂的热塑性树脂的方法，通过使用带有两级压缩螺杆的注射成形机，其包括（1）在压力低于储存压力下，通过储料罐和注射成形机料筒之间的压差从储料罐将物理发泡剂加入料筒中，（2）在螺杆运行到注射方向的最前端时，在从螺杆的第二级的起点到9倍于螺杆外径长度的范围内，喂入上述发泡剂，和（3）通过使注射成



形机中的模具保持在包括实际大气压的低压下，将树脂注入型腔中，然后扩张型腔的容积而得到发泡体。

本发明提供一种用于热塑性树脂的注射成形机,其包括(1) 物理发泡剂罐，  
(2) 两级压缩螺杆， (3) 在螺杆运行到注射方向的最前端时，在注射方向从  
5 螺杆的第二级的起点到9倍于螺杆的外径的范围内具有物理发泡剂喂料部的料筒，和 (4) 能够扩张型腔容积的模具。

而且，本发明提供一种适用于上述注射发泡方法的树脂组合物，其包括热塑性树脂，相对于热塑性树脂，其含有作为发泡成核剂的其平均颗粒直径为0.5-10 $\mu$ m 的无机填料0.1-5wt%，和/或0.01-1wt%，按化学发泡剂或其分解了的未分  
10 解原料计算。

而且，本发明提供一种注射发泡方法，其中当与物理发泡剂混合的上述树脂组合物的熔融树脂被注入型腔中时，型腔容积被扩张，该型腔的容积开始被设定在低于计量树脂的数量的值。

下面将详细描述本发明的注射发泡方法。

15 本发明的注射发泡方法是一种用于注射发泡从料筒中部向其中喂入物理发泡剂的热塑性树脂，通过使用带有两级压缩螺杆的注射成形机，其包括 (1) 在压力低于储存压力下，通过储料罐和注射成形机料筒之间的压差从储料罐将物理发泡剂加入料筒中， (2) 在螺杆运行到注射方向的最前端时，在注射方向从螺杆的第二级的起点到9倍于螺杆外径长度的范围内，喂入上述发泡剂，和(3)  
20 通过使注射成形机中的模具保持在包括实际大气压的低压下，将树脂注入型腔中，然后扩张型腔的容积而得到发泡体。

本发明还提供一种注射发泡方法，其能够在低压下将物理发泡剂注入注射成形机的料筒中，而不需要任何的增压装置，例如泵。

在本发明中，将树脂注入型腔而填充它，然后在适当时间的间隔之后将型  
25 腔的容积扩张。作为用于实现这种扩张的优选方法的例子，可以列举其中移动组成型腔壁的金属板的方法（型芯后退法）。以下方法是最容易的，其中这些金属板朝着安装有模具的动模板侧被移动。

在该方法中，在成形制品的表面上形成皮层时，树脂充满型腔，从而可以得到坚硬的产品表面，结果是：由于产品内部的不均匀发泡条件，即使形成了  
30 大泡孔直径的任何气泡，这种气泡也不会产品的外观上具有任何坏的效果。

在这种意义上，该方法具有优点。鉴于此，没有必要如传统技术那样使型腔的内部增压，因此物理发泡剂不会气化。因此，在本发明中，没有必要保持型腔内部的高压，例如以反压的形式，并且有可能在低压下进行成形，甚至在大气压下。

- 5       鉴于此，没有必要使用橡胶填充物来保持最大压力或者来密封模具的间隙。而且，在由多于一个金属板组成模具的情况下，当模具中充满树脂时，型腔中的空气将通过金属板之间的空隙逸散，并且因此在模具中将不会有空气滞留，不会由于空气的滞留而产生差的外观。

作为在本发明中使用的注射成形机的模具合模装置，适合使用直线液压合模模型（straight hydraulic mold clamping）和电机驱动型的，由于这些适于在型芯后退时准确控制速度。而且，模具合模装置，可以使用例如在进行型芯后退时有难度的曲柄型，通过使用机构例如弹簧使型芯在释放合模力之后后退。甚至可以使型芯在除动模板方向之外的方向后退成为可能，通过借助适当的液压和电动装置，弹簧等，在型腔的侧面上移动金属板。例如，当在盒子状制品的底部配置浇口和在底部方向进行型芯后退时，在侧面上极少或不会发泡。

15

对于该产品，在所有的五个方向都有可能有效地发泡，通过使型芯在四个侧面的方向后退，同时型芯在底部方向后退。

在除动模板方向之外的任何方向的型芯后退中，有可能使用T形或Y形油缸，除了合模油缸之外。由于在该方法中没有进行反向增压，所以有可能设计一种设备，其中为了使型芯以复杂的方式进行后退，金属板被推后。

20

而且，对于盒子状的制品例如容器，有可能将它们设计成在端部和侧面单独成形之后而装配起来的，通过使型芯只在动模板侧进行后退。以该方法制备的容器在它们用于运输食品之后，可以以紧凑的拆开的形式进行回收。而且，对于盒子状的制品，它们可以以类似展开提高（development elevation）的形式被注射成形，在动模板侧型芯进行后退，并且在它们从模具中脱模之后如所需般装配。

25

而且，如果一个盒子状的制品具有如上所述的后来能够被折叠部分的话，通过使用模具顶出装置，有可能在树脂完全固化前制品被折叠的线性区域弄碎发泡体，从而线性区域后来变得易于折叠。这能够使盒子状制品容易被装配，并且使得制品在折叠区域更结实并且耐重复使用。

30

在本发明中，有可能通过以下控制所需的发泡倍率和外观：树脂注射的温度和注射速度，从完成注射到开始型芯后退时的等待时间，型芯后退的量和速度，在完成型芯后退后的冷却时间等。而且，在几个步骤中都可以进行型芯后退，这使得制备高发泡倍率和微孔产品成为可能。

- 5        在注射发泡方法中，当熔融树脂被注入模具时，在与模具接触区域的树脂比成形制品内部树脂先固化。鉴于此，成形了未发泡的皮层，由于其硬度而保持了产品形状。该皮层的厚度优选不小于0.1mm,更优选不小于0.3mm,更优选不小于0.5mm。

10       为了成形这种厚度的皮层，型芯进行后退的时间随着树脂类型、发泡剂类型、模具温度和树脂温度而不同。例如，在使用二氧化碳作为物理发泡剂和通常的聚丙烯树脂的情况下，型芯后退的时间从完成注射开始优选0.5-3秒钟。如果从完成注射到型芯后退的时间太短的话，将不会形成足够厚度的皮层。但如果该时间太长的话，树脂就会进行固化，这使得甚至通过型芯后退，也难以得到足够的发泡倍率。

- 15       型芯后退时的型芯运动速度也随产品厚度、树脂类型、发泡剂类型、模具温度和树脂温度的不同而不同。例如，在使用二氧化碳作为物理发泡剂和通常的聚丙烯树脂的情况下，型芯运动速度优选约0.01-2mm/min。如果该速度太低的话，那么树脂将在型芯后退的中间固化，结果是不可能实现充分的发泡。并且如果该速度太快的话，泡孔的形成和生长不会随着型芯的运动进行，结果是，  
20       泡孔破裂，外观不令人满意。

25       通常在成形树脂时使用的模具温度是足够的。在制备这些厚度小和发泡倍率高的制品中，适当地将温度设定在稍微高于通常模具温度的水平上。本发明得到的产品的厚度和发泡倍率随着树脂的类型、物理发泡剂的类型和添加量、模具温度和树脂温度等的不同而异。例如，在使用二氧化碳作为物理发泡剂和通常聚丙烯树脂的情况下，可以得到厚度约0.1—100mm和1—5倍发泡倍率的产品。

- 30       由向其中已加入适量橡胶例如乙烯—丙烯橡胶、乙烯—丁烯橡胶、乙烯—辛烯橡胶和苯乙烯—丙烯嵌段橡胶或低密度聚乙烯的通常的聚丙烯树脂，容易得到具有大壁厚、高发泡倍率和均匀泡孔的产品。而且，由在其均聚物部分具有高分子量成分的聚丙烯树脂或轻微交联的聚丙烯树脂，也容易得到具有大壁

厚、高发泡倍率和均匀泡孔直径的产品。而且，由这些改性的聚丙烯树脂也有可能得到厚度约200mm、发泡倍率约10的产品。而且，与结晶树脂相比，可以使用非结晶的苯乙烯基聚合物树脂和聚碳酸酯来制备发泡倍率约20倍的产品。

根据本发明，由于其皮层的光滑度和硬度，有可能得到具有良好外观的发  
5 泡产品，即使在成形制品内部的泡孔形式、泡孔密度和发泡倍率中发生一些变化。在本发明中，在得到闭孔产品的情况中，平均泡孔直径约0.01-1mm。然而，甚至在泡孔直径是几毫米并且一些泡孔连续连接的情况下，也不会有问题，这视产品的形状和用途而定。

在产品具有高发泡倍率的情形中，泡孔彼此连接在一起，并且连续连接在  
10 一起，产品的内部变空。但是，有可能制备轻质且具有高硬度的产品，由于在中空空间内有取向树脂的柱状物。这些发泡倍率高的产品最适合于用作瓦楞纸板和浮体的替代材料。

而且，在本发明中，有可能使用通常注射成形中使用的热流道，截流式注  
15 嘴，截流浇口等。热流道使原料的产量提高了，同时消除了流道冷料的发生等情况。截流式注嘴和截流式浇口可以防止随后制备的产品由于在产品脱模时在熔融树脂中的物理发泡剂气化产生的压力而导致树脂漏进型腔中而被污染。截流式注嘴可以安装在注射成形机的螺杆的端部，截流式浇口可以安装在模具中。

与从截流式注嘴到产品浇口的容积相比，如果型腔的容积太小，或者是如  
果树脂例如橡胶和弹性体的固化温度低并且树脂在浇口和流道处固化慢的话，  
20 当进行发泡同时增大型腔的容积时，充满在截流式注嘴和浇口之间的树脂会容易地流入型腔中。这可能导致产品的外观不令人满意并且发泡倍率下降。在这种情况下，使用膜状浇口作为浇口。在针形浇口的情况下，最好在环绕浇口的区域水平面（level）不同。而且，优选以下方法：其中通过使浇口变得如所希望般的小和通过超声波产生振动缩短了完成注射之后到密封浇口的时间，从而  
25 在注射时的树脂的流动性更高，和方法：其中在注射之后的稍候片刻，截流式注嘴附近的树脂流道的容积增大，从而在截流式注嘴和浇口之间的树脂压力在截流式注嘴关闭之后马上迅速下降也是优选的。

在图1中，具有热流道和截流式注嘴的模具的例子所示为本发明的实施例。本发明的注射发泡方法也适合于过去的非发泡注射方法中使用的注射方法。

30 例如，一种适用于制造轻质蒙皮的汽车内饰例如门饰和pillors的方法，其中

将树脂注入型腔而使其发泡，具有设置在型腔的动模板侧上的皮革、织物和热塑性弹性体制造的皮层，模具打开，闭合模具，从而整个模具充满树脂，然后型芯又后退（注射压力）。

5 作为多层注射成形应用的例子，通过本发明，注射不含有物理发泡剂的热塑性弹性体，和/或注射发泡含有物理发泡剂的热塑性弹性体，然后通过本发明的方法注射发泡基底材料例如聚丙烯，因此它们可以被用来制备轻质蒙皮的汽车内饰。而且，还有可能通过本发明的方法在模具中设置金属之后，进行注射发泡（镶嵌模塑）。

10 而且，如果型腔的容积保持在小于计量树脂的容积，通过注射压力扩张型腔的容积，同时注射混有物理发泡剂的熔融树脂（注射压缩法），完成注射之后型芯后退，然后在从开始注射的短时间内在产品表面上形成皮层，很大程度地降低了反常情况例如溢料或银纹的发生，它们的产生是由于物理发泡剂在成形制品表面上的突然气化，结果便得到了与通常的实心成形制品相同的外观质量。

15 而且，当制造和在设备中设置瓷碗状的模具时，在保持开模的情况下注射树脂，同时被发泡，使发泡树脂在模具闭合之后充满整个型腔，然后型芯后退，发泡树脂到达容器的那些壁的区域，其发泡倍率不会增加，结果得到了侧边也发泡的瓷碗。由于其轻质性，这种瓷碗最适合用作传统食品的容器。

20 在本发明中，成形制品内部泡孔形状、泡孔密度、发泡倍率等的小幅度的变化将不会影响成型制品的质量。鉴于此，对已加入物理发泡剂的熔融树脂没有进行限定。因此，没有必要如传统技术那样将物理发泡剂高均匀度地分散于熔融树脂中。

25 在本发明中，对注射成形机的螺杆的设计没有限定。在本发明中，建议使用多级压缩螺杆，优选两级螺杆，和多压缩段螺杆用于注射成形机的螺杆。可以使用极适合于输送熔融树脂的带有压缩槽（带有叶片）的螺杆用于第二级，虽然该带有压缩槽的螺杆具有较低的搅拌性。

30 在本发明中，由于高效输送树脂，在第一级的压缩螺杆部的端部后制成深槽，从而使树脂压力迅速下降。在压力较低部分，熔融树脂进入供应不足的状态，产生了没有树脂的空心部。将压力已经降低到优选不超过贮存压力的80%的物理发泡剂输送到该空心处。

下面参照图1解释注射发泡机。注射发泡机配置有注射成形料筒7和注射成形机两级压缩料筒8。用加热器12将注射成形料筒加热。借助于物理发泡剂泵13和发泡剂输送管14经过15储气瓶阀、减压阀16和止逆阀17，通过物理发泡剂注入孔18向料筒中注入物理发泡剂。第一级压缩段是标记为9的部分，第二级压缩段是标记为10的部分。

图1所示为螺杆在注射方向运行到最前端。向前输送来自料斗19的颗粒的第一级压缩段9具有深的螺槽。通常直到第一级的前端，螺槽实际上都均匀地变浅，或者是直到某一点螺槽都保持恒定，然后变浅。由于这种设计，树脂被压缩，树脂中的空气向后逸散。

此后，在11，螺槽突然变深，螺槽之间的容积变得膨大，结果产生了除树脂之外可以注入气体的空间。其被称为减压部11。在该部分以及第一级的压缩段中，通常事实上直到第二级压缩段的前段螺槽都均匀变浅，或者直到某一点螺槽都保持恒定，然后变浅，结果树脂被压缩。物理发泡剂注入孔优选位于从第二级压缩段的起点的(9D)处，9倍于螺杆的外径(D)的长度，螺杆处于注射方向的最前端的状态，即，在第二级压缩段的0—9D的位置，优选0—3D。

在0D的后面，即，在第一级压缩段，物理发泡剂可能会从料斗出口或在螺杆后部中的凹槽部分逸出，并因此变得没有用处。在9D的前部，接下来是在其中接着进行混合树脂和物理发泡剂的部分和树脂被压缩的部分。鉴于这种情况，作为整体的螺杆的L/D变得非常大，注射成形机的螺杆强度将会变低，总的注射成形机的尺寸将会变得更大。因此，这可能是无效的。

从注射成形机喷嘴6经热流道5和截流阀4，将树脂注入具有型芯(在移动侧上)1和胎模外套(在固定侧)的模具的型腔3中。

图2是环绕该物理发泡剂注入孔部分的放大图。通过螺杆的压缩段10和叶片21的凹槽向前输送熔融树脂，结果在减压部11中产生了无树脂的空间。在减压部11，形成物理发泡剂注入孔18，并从物理发泡剂输送管20注入物理发泡剂。在图1和图2的情况中，中空区域的压力不是很高，因此物理发泡剂可以甚至在低压下注射。为了达到该状态，第一级的最后一个凹槽的深度L1和第二级的第一个凹槽深度L2之间的比例L2/L1，最好是在1.2-6的范围内，优选2.5-4.5。

而且，考虑其树脂输送性和混合性，第一级压缩段9和第二级压缩段10可以被设计成具有一个、二个或3个凹槽。对于第一级和第二级压缩段的凹槽深度的



设计等，在增强后可以使用的市场上购买的具有排气孔的注射成形机排气孔部分的耐压结构，如果它在如上所述的范围内。而且，可以设计成只有螺杆是排气型，而料筒是通常的配置有物理发泡剂注入孔的型号。

而且，螺杆设计成：在第一级压缩段的螺杆部，在终端0.5-2D部分螺槽之间的距离短，，因此熔融树脂将完全充满螺槽，该螺杆在防止物理发泡剂逸散到第一级压缩段螺杆的后侧方面显示出显著的效果。

如果螺杆开始从图1和2所示的状态（计量和塑化部）在注射方向相反的方向退回，如此塑化的树脂从压缩部9被输送到减压部11。将输送的熔融树脂与通过物理发泡剂注入孔18注入的物理发泡剂混合到适当的程度。在这种情况下，不需要特别完全的分散，通过发泡剂的压力和由树脂混合而产生的剪切，由树脂捕集物理发泡剂。

而且，直到其凹槽都充满熔融树脂的螺杆的端部，将凹槽中的将被混合的物理发泡剂占据的很大空间或者是大气泡相互连接，或者是一大堆这些气泡，它们处于这样的距离：它们能够彼此之间产生压力。在这些区域的物理发泡剂的15 的压力基本上相同，实际上相同压力的物理发泡剂与熔融树脂由凹槽组成的叶片一起向前输送。在该方法中，将物理发泡剂与熔融树脂慢慢地混合并分散于其中，结果便得到了在注射发泡时不会产生任何问题的物理发泡剂的混合度。当螺杆再后退时，由于压缩段10中的螺杆的压缩产生的树脂压力提高了。

适用于本发明的注射发泡方法注射成形机的优选实施例是用于热塑性树脂的注射成形机，其包括（1）物理发泡剂罐，（2）两级压缩螺杆，（3）具有物理发泡剂喂料部的料筒，在螺杆运行到注射方向的最前端时，在注射方向从螺杆的第二级的起点到9倍于螺杆外径的长度的范围内，和（4）能够扩张型腔容20 积的模具。

注射成形机，其中上述注射成形机的两级压缩螺杆的第一级的最后一个凹槽25 的深度L1和第二级的第一个凹槽深度L2之间的比例 $L2/L1$ 在1.2-6的范围内，是注射成形机的另一个实施例子。

而且，在上述物理发泡剂输送部具有止逆阀的注射成形机也是注射成形机的优选实施例。

在由于使用注射成形机用于制备除发泡产品之外的非发泡产品而低压部不可能位于螺杆计量段宽度内的情况下，建议将止逆阀安装在物理发泡剂的管道30

中，因此熔融树脂不会流入物理发泡剂注入孔。图1和图2所示为配置有止逆阀17的实施例。图3所示为树脂压力已经升高到高于物理发泡剂注射压力的情况的例子。当树脂压力升高到高于物理发泡剂的输送压力时，启动止逆阀17，并停止输送物理发泡剂。通过止逆阀17的作用熔融树脂不进入物理发泡剂输送管道。

- 5 但是，由于在后侧（料斗侧）的将被混合的物理发泡剂进入与熔融树脂混合的状态，所以在注射发泡时，没有这种能够产生问题的物理发泡剂不充分的熔融。而且，图3中的箭头表示树脂流动的方向。

图4表示覆盖几个凹槽的第二级压缩段10的俯视图。通过物理发泡剂的压力和由螺杆叶片而产生的剪切，在熔融树脂中由无数个气泡形成的物理发泡剂块22与树脂混合，并且被向前输送。只要保持物理发泡剂块22，即使螺杆后退，树脂压力升高，止逆阀关闭，停止输送物理发泡剂，熔融树脂和物理发泡剂的混合也会继续，并将与物理发泡剂混合的树脂向前输送。在本发明中，由于输送的物理发泡剂的压力不高，所以在熔融树脂中物理发泡剂的溶解缓慢进行，块的消失需要相当长的时间。而且，图4中的箭头表示树脂流动的方向。

- 15 因此，只要保留物理发泡剂块22一段时间，即使止逆阀17停止物理发泡剂的输送，熔融树脂和物理发泡剂的混合也会继续，并将与物理发泡剂混合的树脂向前输送。而且，当完成塑化和计量且螺杆停止时，熔融树脂和物理发泡剂的混合将会暂停。但是，这不表示在发泡制品的注射成形中没有问题，因为在螺杆中储存了与基本上恒定浓度的物理发泡剂混合的树脂。

- 20 因此，根据本发明，通过螺杆的运动，向料筒中间歇地进行输送物理发泡剂，但在塑化和计量时，连续输送熔融树脂和物理发泡剂的混合物，因此在注射发泡时，在发泡剂浓度方面不会产生导致外观等任何问题的不匀度。

可以使用常规的物理发泡剂用作本发明使用的发泡剂，而无任何特殊问题。这些物理发泡剂的例子包括：具有低沸点的有机溶剂的蒸气，例如甲醇、乙醇、丙烷、丁烷和戊烷；卤素基惰性溶剂的蒸气例如二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、flon和三氟化氮；和惰性气体例如二氧化碳、氮、氩、氦、氖和氙。

除此之外，最好是毋需气化、价廉且几乎没有环境污染和火灾威胁的二氧化碳、氮和氩。至于储存物理发泡剂的方法，当它们在储气瓶中时可以使用二氧化碳、氮气等并且可以通过减压阀施加到注射成形机中。

- 30 在用于大批量制备发泡产品的设备中，安装用于液化二氧化碳、液化氮等



的贮存罐，它们通过热交换器被气化，并且经管道通过减压阀输送到注射成形机中。

而且，在液态物理发泡剂的情况中，本发明中所定义的储存压力指的是气化发泡剂并且输送到减压阀的压力。储存压力优选在0.13-100MPa。如果储存压力太低的话，那么将发泡剂注入注射成形模具中是不可能的；但是如果储存压力太高的话，有必要提高储存设备的耐压强度，从而导致设备的尺寸大，并且如果管道发生爆裂事故等时，损坏程度变得更大，从安全的角度考虑这不是所需的。

作为本发明注射发泡方法的一个优选实施例，可以列举如下：

10 为了得到发泡体的注射发泡方法，包括（1）

通过在料筒中部形成的孔，通过降低物理发泡剂的压力到不超过储存压力的80%，借助于与料筒内部的压差，从储料罐连续或间歇地将物理发泡剂输送到注射成形机的料筒中，（2）上述料筒具有两级压缩螺杆，通过缓慢地降低注射方向凹槽的容积，使其能够进行压缩，从而在注射方向输送树脂，第一级最后一个凹槽的深度L1和第二级第一个凹槽的深度L2之比 $L2/L1$ 在1.2-6的范围内，

15 （3）物理发泡剂注入孔位于注射方向从螺杆的第二级的起点到9倍于螺杆外径长度的范围内，和（4）通过使型腔内部的压力在注射和填充树脂之后变成大气压，增大模具型腔的容积。

在本发明中，可以没有任何限制地使用能够在不发泡状态被注射成形的任何热塑性树脂。这些热塑性树脂的例子包括聚乙烯例如低密度聚乙烯，线性低密度聚乙烯，中密度聚乙烯，高密度聚乙烯，超高分子量聚乙烯和环状聚乙烯；乙烯基共聚物例如乙烯-丙烯酸酯共聚物，和乙烯-乙烯基乙酸酯共聚物，均聚丙烯，丙烯和 $\alpha$ -烯炔例如乙烯、丁烯、戊烯、己烯和辛烯的无规共聚物；聚丙烯嵌段共聚物例如乙烯-丙烯嵌段共聚物；烯炔树脂例如聚丁烯和聚甲基戊烯；橡胶和弹性体例如聚丁烯、聚异丁烯、聚丁二烯，天然橡胶，热塑性聚氨酯，异戊二烯橡胶，苯乙烯-丁二烯橡胶，乙烯-丙烯橡胶，乙烯-丁烯橡胶，乙烯-辛烯橡胶，乙烯-丙烯-二烯橡胶，和2-氯丁二烯橡胶；及那些交联的橡胶和弹性体，它们已被交联到能够被注射成形的程度，和其流动性已经用聚丙烯和矿物油提高了的那些。

30 而且，本发明可以适合高倍率发泡的苯乙烯基树脂例如聚苯乙烯、AS树脂

和ABS树脂。非结晶树脂例如聚氯乙烯、高腈树脂，聚丙烯酸甲酯，聚甲基丙烯酸甲酯，和聚碳酸酯和工程塑料。

作为例子，可以列举聚甲基戊烯，聚亚苯基醚，聚苯氧，聚缩醛，聚对苯二甲酸乙二醇酯，聚对苯二甲酸丙二醇酯，聚对苯二甲酸丁二醇酯，聚乳酸酯，  
5 聚醚酮，聚醚砜，尼龙6，尼龙11，尼龙12，尼龙66，尼龙610，尼龙612，液晶聚合物，聚酰亚胺，聚对苯二甲酸对苯二酯和聚砜等。

通过将聚乳酸酯和淀粉与聚烯烃混合得到的能进行生物降解的树脂的发泡体，在被丢掉之后，能够在短时间内降解。

而且，对于热塑性树脂，有可能注射发泡具有单独或混合之后能被注射成  
10 形的粘度的单体、聚合物，交联剂等，通过本发明的方法，然后在模具中或将其从模具中脱模之后通过加热等便成形了交联发泡体。而且，也有可能通过使物理发泡剂在交联时保留和/或由于在发泡体的泡孔内热膨胀效果而提高发泡倍率。那些发泡后交联的产品显示出极好的机械性能例如压缩回复性（compression recovery）。特别是在产品具有与橡胶或弹性体大约相同硬度的情况下，有  
15 可能通过使物理发泡剂保留在产品中而得到发泡体，该发泡体的体积高于那些当型腔容积增大时发泡的产品的体积100%—500%，通过控制型腔容积的增长率为0.1%-50%，在模具型腔中注射发泡树脂之后，并且在加热模具之后产品脱模，从而产品被交联。

而且，也可以采纳利用改进模塑性、机械性能等物质得到的混合物。特别  
20 是橡胶混合物例如苯乙烯—丁二烯橡胶，乙烯—丙烯橡胶，乙烯—丁烯橡胶，乙烯—辛烯橡胶和乙烯—丙烯—二烯橡胶和乙烯基聚合物树脂或丙烯基聚合物树脂是优选的，因为它们可以制得具有均匀泡孔直径的产品。

而且，可以使用再加工树脂，例如回收使用的PET，回收使用的聚丙烯和回收使用的聚苯乙烯。

25 这些树脂、橡胶和弹性体可以是已经被添加剂例如热稳定剂、耐老化剂、光稳定剂、阻燃剂、抗静电剂、抗菌剂、炭黑和颜料和如所需的滑石粉、云母、碳酸钙、硫酸钡、钛酸钾须晶和玻璃纤维改性的那些。

这些树脂的粘度不是不变的，因为确定粘度指数MFR（熔体流动速率）的条件随树脂的不同而异，但如果树脂是市场上买得到的且通常用作注射级树脂  
30 的话，那么MFR并不会造成任何问题。例如，在聚丙烯的例子中，使用MFR为

2—100g/10min (230℃) 的聚丙烯树脂是令人满意的。而且, 如果聚丙烯树脂分子量分布宽, 那么即使其MFR为3左右, 该树脂的使用也令人满意, 由于MFR为3的等于MFR为10左右的通常聚丙烯树脂的流动性。

在本发明中, 添加发泡成核剂显示出泡孔直径均匀且改进了产品外观的效果。溶解于树脂中的物理发泡剂有可能当形成显微镜下不均匀区域时变成泡孔形成核。鉴于此, 作为可以使用的发泡剂类型, 可以列举由细颗粒制造或利用反应分解形成的分子作为发泡成核剂的那些。

作为这些细颗粒的例子, 可以列举如无机物, 无机填料如滑石粉、碳酸钙、碳酸镁、氢氧化铝、氢氧化镁、硫酸钡、云母、粘土、二氧化硅、氧化铝、氧化铁、三氧化钛、氧化镁、炭黑和石墨。这些无机细颗粒的平均颗粒尺寸优选0.5-10 $\mu$ m。这些细颗粒的表面已被疏水处理因此能够很好分散, 显示出更好的分散性。

这些细颗粒的添加量优选为原料树脂的0.1-5wt%。而且, 鉴于注射成形机料斗的污染, 粉末沉积在产品表面及螺杆磨损, 可以将这些细颗粒加工成含有5—50wt%的细颗粒的母料之后再使用, 例如使用树脂、蜡或橡胶作为基料。

作为反应成核剂, 可以列举化学发泡剂。化学发泡剂在注射成形机的料筒中分解, 发泡残余物用作发泡成核剂。

这些化学发泡剂的例子包括偶氮二羧酸酰胺, 羟二苯磺酰基叠氮化氢(oxylbisbenzenesulfonylhydrazide), 偶氮二异丁腈, 二亚硝基五亚甲基四胺和对甲苯磺酰叠氮化氢(paratoluenesulfonylhydrozide)。这些例子还包括聚羧酸, 例如柠檬酸、草酸、富马酸、苯二甲酸、苹果酸、酒石酸、环己烷1,2-二羧酸、樟脑酸(camphric acid)、乙二胺四乙酸、三亚乙基四胺六乙酸和次氨基酸和无机碳酸化合物例如碳酸氢钠、碳酸氢钠铝和碳酸氢钾的混合物, 及聚羧酸的盐, 例如柠檬酸二氢钠和草酸氢钾。

特别地, 对于聚烯烃优选使用聚羧酸和无机碳酸化合物。具体地, 柠檬酸与碳酸氢钠一起使用产生了微孔形成的效果, 即, 形成大量成形核的效果, 并能够得到具有良好外观的发泡产品。

同时使用柠檬酸和碳酸氢钠的核形成效果极高。例如, 含有10—30%滑石粉的聚丙烯组合物本身显示出足够的成核效果。但是, 柠檬酸与碳酸氢钠的加入将会得到制备微孔的另外的效果。

这些化学发泡剂的添加数量优选为原料树脂的0.01-1wt%。在小于0.01wt%时，不会产生足够的成核效果，但是超过1wt%时，分解了的原料可能变成眼泪状物质，在一些情况中会弄脏产品。可以将这些事先与原料树脂混合的化学发泡剂加工成平均颗粒尺寸为1—100 $\mu$ m的颗粒。这些颗粒也可以在注射成形时与原料树脂混合。

而且，这些颗粒可以与助剂例如尿素、氢氧化锌、氧化锌、氧化铅、硬脂酸锌和硬脂酸钙混合。而且，由于注射成形机料斗的污染和粉末在产品表面的沉积，在使用树脂作为基质将这些颗粒加工成母料之后可以使用。而且，这些化学发泡剂可以事先添加到树脂中，然后将混合物放在托盘上（palletized）而分解发泡剂。而且，在高浓度的化学发泡剂事先分解之后，可以添加其残余物。这些化学发泡剂残余物的添加数量优选为0.01-1wt%，其被转化成能被溶解的原料。

根据本发明，在恒定的低压下通过减压阀将市场上买到的储存在弹状储气瓶等中的物理发泡剂输送到成形设备中。因此，与通过泵等使其增压而将物理发泡剂输送到注射成形机的传统方法相比，物理发泡剂输送装置简单且价格便宜，并且没有高于压力弹状储气瓶压力的压力施加到物理发泡剂的输送管道上。结果，本发明的系统没有事故隐患，甚至在发生事故时，其损坏程度也小。

而且，物理发泡剂输送的开始和停止通过物理发泡剂注射压力和料筒空心内部压力的差异而控制。这省略了复杂设备的必要。具体地，与通过泵注入物理发泡剂的方法相比，不象操作泵使其与模具和螺杆的运动同步那样需要这么多的电子和机械系统。作为替代，可以使用经过小改进的传统注射成形机。而且，在注射前模具内部可以处于大气压下，不需要反增压装置等。模具内部的空气将通过组成模具的金属模板之间的空隙逸散，因此虽然空气滞留，但是产品极少有差的外观。

而且，在本发明中，在通常没有橡胶弹性的热塑性树脂的情况中，通过模具型芯后退量来实际确定发泡倍率。鉴于此，可以得到具有极好尺寸和质量稳定性的产品，即使物理发泡剂的混合比率发生一定程度的波动。

作为能够由本发明制备的发泡产品的例子，可以通过应用列举如下：

固定的和办公室自动化设备：文件夹、鼠标垫、铅笔和圆珠笔套、订书机、字母盘、刀和剪刀的手柄、保险箱、个人电脑、打印机、HDD、FDD、ZI

P、MO、CD、DVD、CD-R、CD-W盘的外壳，椅子和臂椅的靠背，驱动器把手等；

电应用：电冰箱、电视机、录像机、空调壳、收音机喇叭、扩音器、音响定位器、抛物形天线、空调外机、风扇叶片、风力发生器的叶片、米饭锅盖、  
5 广口瓶和罐等；

汽车部件：臂靠、头靠、地板毡、侧堤 (mole)、吸音材料、汽油浮标、保险杠、门把手、手套箱、新鲜空气出口、控制箱、天花板材料、轮盖、柱状物、仪表盘、气袋皮、操作杆、空气滤清器、共振器、风扇罩顶部装饰、助听器、门饰、汽车偏导器等。

10 后勤领域：树脂货架、容器、塑料波纹盒、CD和DVD运输箱、箱包提手、缓冲材料等。

民用工程和建筑领域：用于空调等的绝热管、水泥板、室外绝热材料、排水块、缓冲地板材料、榻榻米垫的芯材、fusuma 滑门，厨房设备木质材料的替代材料，浴缸罩、排水板、板条箱状的成形制品、长椅子和台板等。

15 运动领域：运动鞋的鞋底、凉鞋、拖鞋、保护器、泳装帽、高尔夫袋、救生衣、音差板。

农业和渔业领域：花盆、渔网的浮标、船缘保护材料、救生物、油栅栏的浮标等。

食品包装材料领域：用于将食品运送给消费者的箱子，速食面的容器、便于存放的午餐盒、碗、食品盘、包装、玻璃奶瓶罩、软木塞、茶杯、盘子、遮光板的替代材料等。  
20

医疗领域：用于输送血浆、pillors、卫生垫的容器。

例子：

用如下例子来进一步说明本发明的方法，但不打算以任何形式来限定本发明的范围。  
25

在本发明的例子中，通过如下方法进行测量：

(1) 物理发泡剂的添加量：通过减压阀，将物理发泡剂弹状储气瓶与注射成形机连接在一起，在树脂成形时的成形机料筒的设定温度下，在没有注入模具中的注射时的螺杆旋转速度下，将物理发泡剂连续排放出该系统。从物理发泡剂弹状储气瓶的重量减少计算此时消耗的物理发泡剂的数量，并从确定注射  
30

压力和物理发泡剂之间关系的校准曲线来确定。

(2) 发泡倍率：从包括皮层的产品的比重来确定发泡倍率。

(3) 平均泡孔直径：使用显微镜观察发泡产品的发泡部分的横截面，取10-20个泡孔的平均直径作为平均泡孔直径。而且，如果泡孔直径超过产品厚度，  
5 取在垂直于离浇口不小于50mm的泡孔的产品厚度方向的尺寸作为泡孔直径。

(4) 最大泡孔直径：从已经计算平均泡孔直径的泡孔直径中取最大的泡孔直径作为最大泡孔直径。

(5) 皮层厚度：取在移动侧和固定侧上的产品的厚度的平均值作为皮层厚度。

10 (6) 熔体流动速率 (MFR)：根据ASTM 1238—65T，在负荷2.1;6下在特定温度进行测量。

实施例1—3：

将下述螺杆安装在从Toshiba Machine Co.,Ltd.购买的用作注射成形机的IS—450GS—27（模具合模力：450吨；直线液压模具合模系统）上，该螺杆的L/D比为27，螺杆外径69.8mm，第一级压缩段的L/D之比为14D（从料斗底部凹槽深度为7.3mm的平坦部分为9D，凹槽深度从7.3mm-3.1mm均匀降低的其余部分为5D），第二级压缩段的L/D之比为13（从料斗底部凹槽深度为11mm的平坦部分为7D，凹槽深度从11mm-5mm均匀降低的其余部分为6D）。螺杆中凹槽间的距离是恒定的。在螺杆运行到注射方向的最前端时，料筒中对应于第二级压缩  
15 段的2D部分的位置处制造内径为2mm的物理发泡剂注入孔，并在注入孔的外面安装止逆阀。料筒的端部配置有截流式注嘴的机构。

使用市场上购买的弹状储气瓶中的二氧化碳作为物理发泡剂，安装能够通过减压阀和安装在料筒中的止逆阀向料筒中注射二氧化碳的装置。二氧化碳储气瓶的压力为7.2MPa，向注射成形机输送二氧化碳的压力经减压阀保持在3MP

25 a. 二氧化碳的注入量为树脂的1wt%。

作为注射成形的模具，安装在注射成形机上，该模具能够通过成形设备的液压系统进行尺寸为95mm×340mm的产品的模具间隙（制品厚度）的精细调节，并且该模具具有通过直接浇口而在产品的中心处注入熔融树脂的结构。注射成形机设计成：使成形温度为50℃，成形冷却时间60秒，注射的树脂温度为2  
30 30℃。



作为成形材料，使用嵌段聚丙烯J704ZA（从Grand Polymer Co.Ltd;购买；MFR:5g/10min（230℃））。

注射成形机还设计成：在注射时，用将被发泡的熔融树脂完全充满型腔间隙。从完成注射到开始型芯后退的时间为1秒钟，型芯后退速度设定为1mm/sec。

5 表1所示为注射、型芯开始后退和完成型芯后退时模具型腔的间隙。

在如上所述条件下进行注射发泡。平均泡孔直径大，并且有溢料和银纹的出现。但是，产品的形状没有问题，表明可以使用注射发泡来制备那些不注重外观的产品，例如后勤货架。

表1所示为物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡  
10 产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和溢料或银纹发生的状况。

#### 对比例1

以与实施例1相同的方式将树脂注入到型腔中，除了将型腔间隙设定为4mm并且进行型芯后退。

15 与注射同时，将树脂涂布到型腔中，同时发泡。树脂发泡到高达型腔容积的75%。但是在端部区域，每一次注射时的形状都不同，其外观差。因此，该产品无商业价值。

#### 对比例2

用在螺杆第二级的起点部分开始在12D的范围内制造的如实施例1的物理  
20 发泡剂注入孔的料筒代替上述实施例1的注射成形机的料筒，并安装止逆阀。

在与实施例1相同的条件下进行注射二氧化碳的步骤，但由于高树脂压力使它完全不可能这样做。结果示于表1。

#### 对比例3

用以下料筒来替代实施例1中提到的注射成形机的料筒，该料筒具有第一级  
25 压缩段，L/D之比为14D（从料斗底部开始的凹槽深度为7.3mm的平坦部分为9D，凹槽深度从7.3mm-3.1mm均匀降低的其余部分为5D），第二级压缩段，L/D之比为13D（从料斗底部开始的凹槽深度为11mm的平坦部分为7D，凹槽深度从11mm-5mm均匀降低其余部分为6D）。注入物理发泡剂的位置与实施例1的情况相同。以与实施例1相同的方法进行注射二氧化碳的步骤，但由于高树脂压  
30 力，它完全不可能这么做。结果示于表1。

表1

		实施例1	实施例2	实施例3	对比例1	对比例2	对比例3
PP J704ZA (phr)		100	100	100	100	100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		3	3	3	3	3	3
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1	1	1	1	1	1
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	2	2	2	2	物理发 泡剂: 未注射	物理发泡 剂: 未注射
	完成注射时	2	2	2	2		
	型芯完成注射时	4	3	7	4		
产品厚度(mm)		4	3	7	4	—	—
发泡比率(倍)		2	1.5	3.5	1.8	—	—
平均泡孔直径(μm)		1000	1010	连接的	800	—	—
最大泡孔直径(μm)		2000	18000	连接的	2000	—	—
皮层厚度(μm)		400	410	380	50	—	—
光滑度		光滑	光滑	光滑	端部: 未充满	—	—
溢料或银纹		是	是	是	是	—	—

#### 实施例4—6

以与实施例1—3相同的方法进行注射发泡,除了添加0.04wt%的柠檬酸和  
5 0.06wt%的碳酸氢钠作为发泡剂。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和溢料或银纹发生的状态如表2所示。

与实施例1—3相比,泡孔直径均匀,形成了微孔。与实施例1—3相比平均  
10 泡孔直径小、外观更好。

#### 对比例4

以与实施例4相同的方法将树脂注入型腔中,除了将型腔间隙设定为4mm,并且不进行型芯后退。与注射同时,树脂涂布到型腔中,同时发泡。树脂发泡到高达约型腔容积的75%。但是在端部,形状随每一次的注射而不同,其外观



差。因此，该产品无商业价值。

外观与对比例1的相同，柠檬酸和碳酸氢钠的添加没有效果。

- 物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和溢料或银纹发生的状态如表2所示。

表2

		实施例4	实施例5	实施例6	对比例4
PP J704ZA (phr)		100	100	100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		3	3	3	3
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1	1	1	1
柠檬酸 (wt%)		0.04	0.04	0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.06	0.06	0.06	0.06
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	2	2	2	4
	完成注射时	2	2	2	4
	型芯完成注射时	4	3	7	4
产品厚度(mm)		4	3	7	4
发泡比率 (倍)		2	1.5	3.5	1.8
平均泡孔直径 (μm)		400	300	连接的	810
最大泡孔直径 (μm)		900	750	连接的	1000
皮层厚度 (μm)		410	405	385	50
光滑度		光滑	光滑	光滑	端部: 未充满
溢料或银纹		是	是	是	是

#### 实施例7—9

- 以与实施例4—6相同的方式进行成形，除了注射时的型腔间隙为1mm，注射时没有模具合模力，将树脂注入型腔中，然后在注射压力下型芯后退。与实施例4—6相比，没有发生溢料或银纹，其外观与实心产品的外观大约相同。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚

度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表3。

表3

		实施例7	实施例8	实施例9
PP J704ZA (phr)		100	100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		3	3	3
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1	1	1
柠檬酸 (wt%)		0.04	0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.06	0.06	0.06
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1	1	1
	完成注射时	2	2	2
	型芯完成注射时	4	3	7
产品厚度(mm)		4	3	7
发泡比率 (倍)		2	1.5	3.5
平均泡孔直径 (μm)		350	320	400
最大泡孔直径 (μm)		750	700	800
皮层厚度 (μm)		510	510	550
光滑度		光滑	光滑	光滑
溢料或银纹		是	是	是

#### 5 实施例10—12

通过与实施例7—9相同的方法制备发泡产品，除了将相同比例的聚丙烯和柠檬酸或碳酸氢钠混合，并使用带有50mm排气孔的简单挤出机，同时通过排气孔在220度时除去气泡而作为树脂使用。

没有溢料或银纹的发生，该产品的外观大约与实施例7—9的产品相同。

- 10 物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表4。

表4

		实施例10	实施例11	实施例12
PP J704ZA (phr)		100	100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		3	3	3
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1	1	1
柠檬酸 (wt%)		0.04	0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.06	0.06	0.06
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1	1	1
	完成注射时	2	2	2
	型芯完成后退时	4	3	7
产品厚度(mm)		4	3	7
发泡比率 (倍)		2	1.5	3.5
平均泡孔直径 (μm)		480	330	470
最大泡孔直径 (μm)		800	750	800
皮层厚度 (μm)		520	520	540
光滑度		光滑	光滑	光滑
溢料或银纹		无	无	无

#### 实施例13—17

- 通过与实施例7相同的方法制备发泡产品,除了型芯后退之后型腔间隙固定在4mm, 柠檬酸或碳酸氢钠的添加量和二氧化碳的添加量如表5所示的变化。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表5。

表5

		实施例13	实施例14	实施例15	实施例16	实施例17
PP J704ZA (phr)		100	100	100	100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		5	2	2	0.8	0.8
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1.7	0.7	0.7	0.25	0.25
柠檬酸 (wt%)		0.04	0.04	0.1	0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.06	0.06	0.2	0.04	0.2
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1	1	1	1	1
	完成注射时	2	2	2	2	2
	型芯完成后退时	4	4	4	4	4
产品厚度(mm)		4	4	4	4	4
发泡比率 (倍)		2	2	2	2	2
平均泡孔直径 ( $\mu\text{m}$ )		350	360	300	400	350
最大泡孔直径 ( $\mu\text{m}$ )		700	750	600	800	800
皮层厚度 ( $\mu\text{m}$ )		500	520	510	505	580
光滑度		光滑	光滑	光滑	光滑	光滑
溢料或银纹		无	无	无	无	无

### 实施例18—20

5 以与实施例7和9相同的方法制备发泡产品，除了用氮取代作为物理发泡剂的二氧化碳，其注射压力设定在4Mpa，添加量设定在0.7wt%。

与实施例7—9相比，没有溢料或银纹。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表6。

表6

		实施例18	实施例19	实施例20
PP J704ZA (phr)		100	100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		15	15	15
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		4	4	4
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		0.8	0.8	0.8
柠檬配酸 (wt%)		0.04	0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.06	0.06	0.06
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1	1	1
	完成注射时	2	2	2
	型芯完成后退时	4	3	7
产品厚度(mm)		4	3	7
发泡比率 (倍)		2	1.5	3.5
平均泡孔直径 (μm)		320	310	350
最大泡孔直径 (μm)		700	600	700
皮层厚度 (μm)		600	500	600
光滑度		光滑	光滑	光滑
溢料或银纹		少量的	少量的	少量的

## 实施例12—23

5 以与实施例7和9相同的方法制备发泡产品，除了用滑石粉（平均颗粒直径10μm）取代作为发泡成核剂的柠檬酸和碳酸氢钠。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表7。

表7

		实施例21	实施例22	实施例23
PP J704ZA (phr)		100	100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		3	3	3
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1	1	1
滑石粉 (wt%)		0.1	0.1	0.1
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1	1	1
	完成注射时	2	2	2
	型芯完成后退时	4	3	7
产品厚度(mm)		4	3	7
发泡比率 (倍)		2	1.5	3.5
平均泡孔直径 (μm)		700	650	800
最大泡孔直径 (μm)		1500	1400	1800
皮层厚度 (μm)		480	500	580
光滑度		光滑	光滑	光滑
溢料或银纹		无	无	无

## 实施例24—27

以与实施例7和9相同的方法制备发泡产品，除了用高冲击聚苯乙烯树脂H238（从Japan Polystyrene Inc.购买;MFR: 16g/10min (200℃)）或者ABS树脂Classtic™GA-501（从Japan A and L Co.Ltd.购买;MFR:32g/10min (200℃)）取代树脂，柠檬酸和碳酸氢钠或滑石粉用作发泡成核剂，模具温度设定为50℃，模具冷却时间为60秒钟,注射树脂温度为230℃，型芯后退量如表8所示的变化。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表8。

表8

		实施例24	实施例25	实施例26	实施例27
HIPS H238 (phr)		100	100		
ABS GA-501 (phr)				100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		5	5	5	5
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1.7	1.7	1.7	1.7
柠檬酸 (wt%)		0.04		0.04	
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.06		0.06	
滑石粉 (wt%)			1		1
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1	1	1	1
	完成注射时	2	2	2	2
	型芯完成注射时	14	14	14	14
产品厚度(mm)		14	14	14	14
发泡比率 (倍)		7	7	7	7
平均泡孔直径 (μm)		350	400	360	400
最大泡孔直径 (μm)		700	800	710	750
皮层厚度 (μm)		300	310	320	320
光滑度		光滑	光滑	光滑	光滑
溢料或银纹		无	无	无	无

## 实施例28和29

将60重量份的油增塑的EPDM颗粒，它是通过将40重量份的矿物油基软化剂（从Idemitsu Kosan Co.Ltd购买的Dina Process Oil PW-380）与100重量份的含有烯烷基热塑性弹性体和乙烯含量为78mol%且含有碘值为13和门尼粘度[M L<sub>1+4</sub> (100℃)]为140的乙烯—丙烯—5—亚乙基-2-降冰片烯共聚物，25重量份的乙烯含量为8wt%和MFR为10g/10min (230℃) 的丙烯—乙烯嵌段共聚物，15重量份的其乙烯含量为97wt%和MFR为10g/10min的乙烯—4—甲基—1—丁烯共聚物颗粒，和由0.2重量份1,3-二（叔丁基过异丙基）苯和0.2重量份二乙烯基苯的

溶液混合物通过转鼓式混合器而混合。使该溶液被混合颗粒的表面均匀吸收，将这些颗粒在230℃时通过双螺杆挤出机(从Toshiba Machine Co.Ltd.购买的TE M-50)挤出并进行动态热处理而形成胶体含量为95wt%的交联的热塑性弹性体。该交联的热塑性弹性体用于本发明的热塑性树脂。

- 5 以与实施例7和9相同的方法制备发泡产品，除了用所述得到的热塑性弹性体取代树脂，条件设定：模具温度50℃,模具冷却时间60秒，注射树脂温度230℃，从完成注射到开始型芯后退的时间设定为2.0秒，型芯后退的量如表9所示变化。当将产品从模具中脱模时，发现产品大于模具的尺寸。

- 10 物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表9。

表9

		实施例28	实施例29
热塑性弹性体 (phr)		100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		3	3
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1	1
柠檬酸 (wt%)		0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub>		0.06	0.06
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1.5	1.5
	完成注射时	2	2
	型芯完成注射时	3	4
产品厚度(mm)		4.5	6
发泡比率 (倍)		2.5	3.2
平均泡孔直径 (μ m)		340	390
最大泡孔直径 (μ m)		500	600
皮层厚度 (μ m)		200	210
光滑度		光滑	光滑
溢料或银纹		无	无



实施例30和31:

- 5 以与实施例7和9相同的方法制备发泡产品,除了用再加工(市场上回收的原料;一种10wt%的聚乙烯和20wt%聚丙烯的共混料)的颗粒替代树脂,用1wt%的滑石粉用作发泡成核剂,条件设定:模具温度50℃,模具冷却时间60秒,注射树脂温度为270℃,从完成注射到开始型芯后退的时间设定为0.5秒,型芯后退量的改变如表10所示。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表10。

10

表10

		实施例30	实施例31
PP J704ZA (phr)		100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		4	4
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1.3	1.3
滑石粉 (wt%)		0.5	0.5
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1	1
	完成注射时	2	2
	型芯完成后退时	3	4
产品厚度(mm)		3	4
发泡比率(倍)		1.5	2
平均泡孔直径(μm)		390	450
最大泡孔直径(μm)		600	700
皮层厚度(μm)		500	510
光滑度		光滑	光滑
溢料或银纹		无	无

实施例32—34

以与实施例7和9相同的方法制备发泡产品,除了用高密度聚乙烯树脂Hi-ze x™2100J(从Mitsui Chemicals Inc.购买;MFR: 6g/10min/10min(190℃))取代热塑性树脂,乙烯—甲基丙烯酸酯共聚物Nucrel™N1525(从DuPont -Mitsui

Polychemicals Co.,Ltd购买;MFR:25g/10min (190℃); 甲基丙烯酸酯含量: 15wt%) 和聚乙烯-甲基丙烯酸酯离聚物树脂Himilan™1650 (从DuPont-Mitsui Polychemicals Co.,Ltd购买;MFR:5g/10min (190℃); 锌离子型) 混合而得到表11所示的组合物, 条件设定: 模具温度35℃, 模具冷却时间60秒, 注射树脂温度 180℃, 从完成注射到开始型芯后退的时间设定为1.0秒, 型芯后退的量如表11变化。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表11。

10

表11

		实施例32	实施例33	实施例34
HDPE 2100J (phr)		100		
MAPL N1525 (phr)			100	80
离聚物1650 (phr)				20
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		3	3	3
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1	1	1
柠檬酸 (wt%)		0.04	0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.06	0.06	0.06
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	1	1	1
	完成注射时	2	2	2
	型芯完成后退时	4	4	4
产品厚度(mm)		4	4	4
发泡比率 (倍)		2	2	2
平均泡孔直径 (μm)		450	200	150
最大泡孔直径 (μm)		900	500	400
皮层厚度 (μm)		450	250	280
光滑度		光滑	光滑	光滑
溢料或银纹		无	无	无

### 实施例35—37

使用通过将20重量份的乙烯-α-烯烃橡胶Tafmer™H3530 (从Mitsui Chemicals Inc.;购得;MFR:35g/10min (230℃)) 添加到Grand Polypro™J739 (从Gr

- and Polymer Co.Ltd购买;嵌段聚丙烯; MFR: 90g/10min (190℃)) 并用36mm 的双螺杆挤出机在200℃时将它们造粒而得到的颗粒 (MFR: 70 g/10min (230℃)) 作为树脂。对于模具, 将矩形的深50mm的凹形模具安装在注射成形机上, 该模具是550长×30mm宽, 且在动模板侧 (热流道设定为200℃, 两点截流式开关) 上有凹面, 热塑性弹性体片材放置在动模板侧, 其包括皮层原料 (海绵层, 包括发泡的聚丙烯 (厚度2mm)) 和热塑性弹性体皮片 (厚度:0.5mm)。条件设定: 模具温度50℃, 模具冷却时间80秒, 注射树脂温度为230℃, 二氧化碳作为物理发泡剂。在开始注射时的型腔间隙为10mm, 在注射后立即将间隙降低到2mm, 在从开始注射1秒之后型芯退回到4mm。
- 10 物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表12。

表12

		实施例35	实施例36	实施例37
PP J739 (phr)		80	80	80
Tafmer H3530 (phr)		20	20	20
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		0.9	0.9	0.9
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		0.3	0.3	0.3
柠檬酸 (wt%)		0.04	0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.06	0.06	0.06
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	10	10	10
	完成注射时	2	2	2
	型芯完成后退时	3	4	5
产品厚度(mm)		3	4	5
发泡比率 (倍)		1.5	2	2.5
平均泡孔直径 (μm)		250	300	350
最大泡孔直径 (μm)		400	500	550
皮层厚度 (μm)		450	400	380
皮层皱折		无	无	无
皮层凸出		无	无	无

### 实施例38:

在注射成形机上安装瓷碗（顶部开口直径：140mm；底部直径：110mm，高度：80mm，在底部有直接浇口；在底部处的型腔间隙：1mm；侧边的型腔间隙：1mm）的模具。Grand Polypro™J707（从Grand Polymer Co.,Ltd购买；嵌段聚丙烯树脂；MFR：23g/10min（230℃））用作树脂，条件设定：模具温度50℃，模具冷却时间80秒和注射树脂温度为220℃。在开始注射时的型腔间隙设定为0.4mm。当树脂被注射时，间隙放大到高达1mm，然后型芯退回到2mm。从完成注射到开始型芯退回的时间设定为0.5秒。二氧化碳用作物理发泡剂。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表13。

### 实施例39:

在注射时保持模具打开,如实施例38所述，在相同的计量位置处进行注射。在此之后，直到型腔间隙变成1.6mm模具闭合，型芯退回到2mm。从完成注射到开始型芯后退的时间设定为0.5秒。与实施例38相比，在成品瓷碗侧的发泡倍率较高。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表13。

表13

		实施例38	实施例39
PP J707 (phr)		100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		4	4
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1.3	1.3
柠檬酸 (wt%)		0.05	0.05
NaCO <sub>3</sub> (wt%)		0.10	0.10
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	0.4	20
	完成注射时	1	20
	型芯开始后退时	1	1.6
	型芯完成后退时	2	2
侧 部	产品厚度(mm)	1.2	1.2
	发泡比率 (倍)	1.2	1.6
	平均泡孔直径(μ m)	300	500
	最大泡孔直径(μ m)	590	900
	皮层厚度 (μ m)	400	200
底 部	产品厚度(mm)	2	2
	发泡比率 (倍)	2	1.8
	平均泡孔直径(μ m)	400	450
	最大泡孔直径(μ m)	800	900
	皮层厚度 (μ m)	300	200

实施例40和41:

Grand Polypro™J709 (从Grand Polymer Co.,Ltd购买; 嵌段聚丙烯树脂; MFR: 55g/10min (230℃)) 用作树脂。作为模具, 安装用于如图5所示的午餐盒  
5 状的模具。使用膜状浇口。在开始注射时的型腔间隙设定为0.2mm。从完成注射到开始型芯退回时的时间设定为0.5秒, 型芯退回到0.4mm或0.6mm。条件设定: 模具温度70℃, 模具冷却时间50秒, 注射树脂温度230℃。

如图5所示的用于午餐盒的模具具有膜状浇口23, 非米饭食品将被包装的部

分24, 为了改进挠曲强度的突出和再处理部分25, 隔离区26, 为了改进强度的突出和再处理部分27, 以及米饭将被包装的部分28。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料或银纹的状况示于表14。

表14

		实施例40	实施例41
PP J709W (phr)		100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		3	3
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		1	1
柠檬酸 (wt%)		0.05	0.05
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.10	0.10
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	0.2	0.2
	完成注射时	0.2	0.2
	型芯完成后退时	0.4	0.6
产品厚度(mm)		0.4	0.6
发泡比率 (倍)		2	3
平均泡孔直径 (μm)		200	250
最大泡孔直径 (μm)		400	410
皮层厚度 (μm)		100	110

#### 实施例42和43

Grand Polypro<sup>TM</sup>J7059 (从Grand Polymer Co.,Ltd购买; 嵌段聚丙烯树脂; MFR: 10g/10min (230°C)) 用作树脂。作为模具, 安装用于如图6所示的A4文件夹状的模具, 从背面侧进行注射。用于如图6所示的文件夹的模具具有文件前面部29, 背面部30, 浇口31, 铰链部32和金属安装连接部33。

将模具去角, 从而使文件的边缘是圆的。从完成注射到开始型芯退回的时间设定为0.5秒, 型芯退回到1.5mm或2mm。此后5秒钟, 间隙分别压缩成1.4mm或1.9mm, 以防止产品的翘曲。

物理发泡剂储气瓶的压力、注射压力、添加量、型腔间隙、发泡产品的厚度、发泡倍率、平均泡孔直径、最大泡孔直径、皮层厚度、光滑度和发生溢料

或银纹的状况示于表15。

表15

		实施例42	实施例43
PP J705 (phr)		100	100
CO <sub>2</sub> 储气瓶压力(Mpa)		7.2	7.2
CO <sub>2</sub> 注射压力(Mpa)		1.2	1.2
CO <sub>2</sub> 注射量 (wt%)		0.4	0.4
柠檬酸 (wt%)		0.04	0.04
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.4	0.4
型腔 间隙 (mm)	开始注射时	0.4	0.4
	完成注射时	1	1
	型芯开始后退时	1	1.6
	型芯完成后退时	1.5	2
产品厚度(mm)		1.4	1.9
发泡比率 (倍)		1.4	1.9
平均泡孔直径 (μm)		300	350
最大泡孔直径 (μm)		400	405
皮层厚度 (μm)		250	280

#### 实施例44:

- 使用与实施例1相同的注射成形机。螺杆中凹槽之间的距离是恒定的。在螺
- 5 杆已经运行到注射方向的最前端时对应于第二级压缩段的2D部分的位置处，在料筒中形成内径为2mm的物理发泡剂注入孔，在孔的外部安装止逆阀。料筒的端部配置截流式喷嘴的机构。使用市场上购买到的钢瓶中供应的氮气用作物理发泡剂，并安装能够将氮经减压阀和安装在料筒上的止逆阀注入料筒中的机构。储氮瓶的压力为28MPa，将氮输送到注射成形机的压力经减压阀保持在13MPa。
- 10 氮的注入量为树脂的1wt%。

作为注射成形模具，在注射成形机上安装模具，通过成形设备的液压系统，该模具能够进行精细调节用于产品尺寸为95mm×340mm的型腔间隙，且该模具的结构使熔融树脂通过直接浇口在产品中部被注入。注射成形机设定成：成形温度为50℃，成形冷却时间60秒，注射时的树脂温度250℃。

- 15 作为成形原料，使用聚乳酸酯LACEA<sup>TM</sup>H100PL（从Mitsui Chemicals,Inc.

购买；MFR：20g/10min（190℃））。作为发泡成核剂，0.04wt%的柠檬酸和0.06wt%的碳酸氢钠以母料形式加入。

通过将型腔间隙设定为1mm，并在完成注射之后1秒将型腔间隙增大到型腔间隙4mm，而得到发泡倍率为2的产品。物理发泡剂的注入量为10wt%。结果示于表16。

#### 实施例45：

以与实施例相同的成核剂数量和相同的型芯退回条件而进行成形，在注射时的型腔间隙设定为1mm，注射时无模具合模压力，在将树脂注射到型腔之后在注射压力之下型芯退回。

与实施例44相比，没有溢料或银纹的发生，其产品的外观与实心产品的大约相同，结果示于表16。

表16

		实施例44	实施例45
热塑性树脂(phr)		聚乳酸酯	聚乳酸酯
柠檬酸(wt%)		0.03	0.03
NaHCO <sub>3</sub> (wt%)		0.03	0.03
型腔间隙 (mm)	在开始注射时	2	1
	在完成注射时	2	2
	在完成型芯后退时	4	4
平均 泡孔直径 (μm)	0自浇口的距离 (mm)	30	40
	20	20	30
	40	20	20
	60	20	20
最大 泡孔直径 (μm)	0自浇口的距离 (mm)	50	60
	20	40	50
	40	30	30
	60	30	30
最小 泡孔直径 (μm)	0自浇口的距离 (mm)	20	22
	20	16	15
	40	14	13
	60	12	12
溢料或银纹		是	是



说明书附图

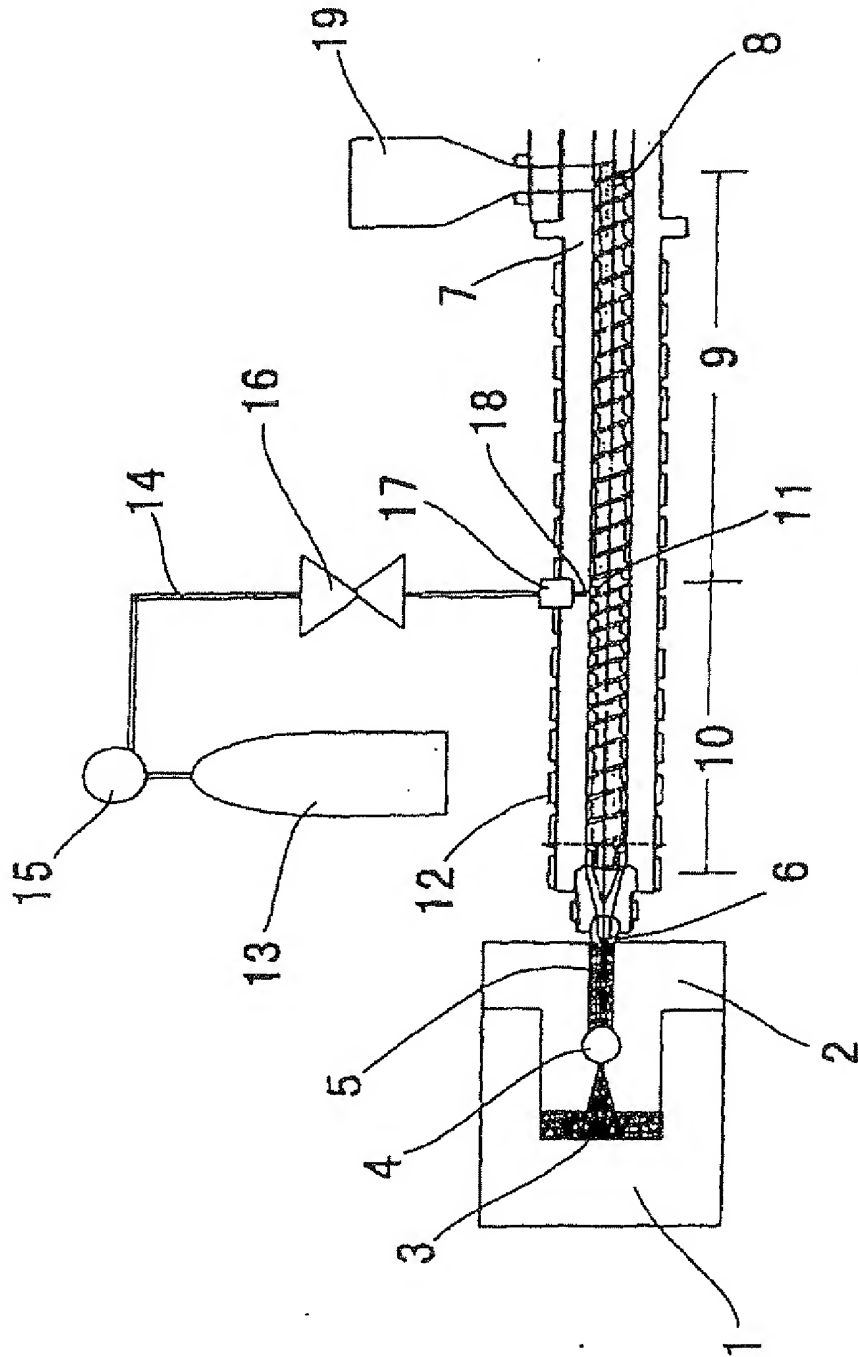


图 1

01.08.24

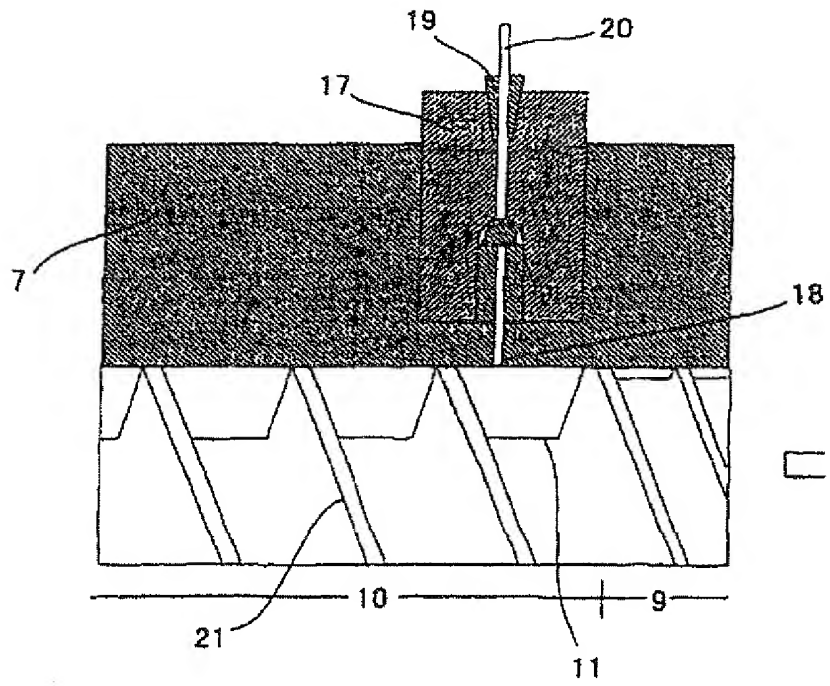


图 2

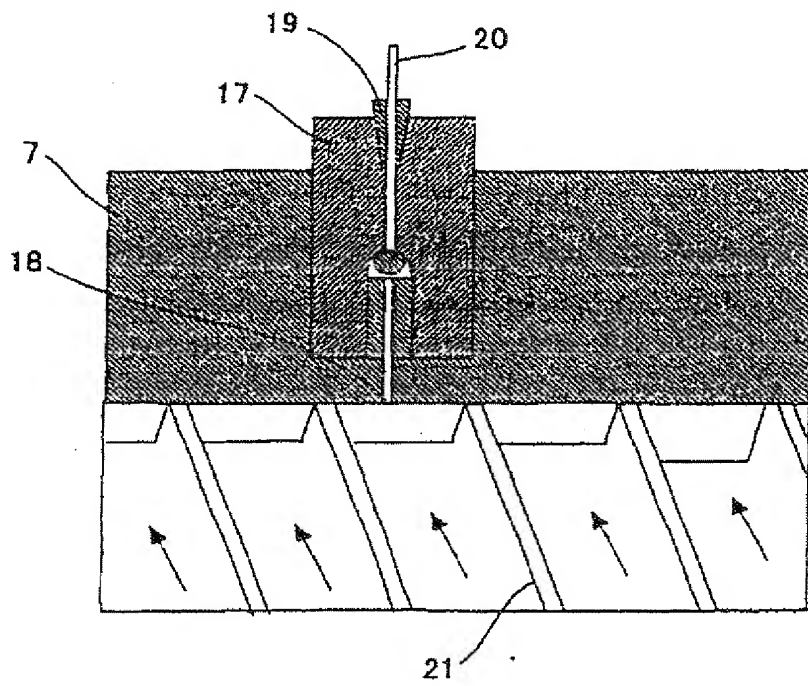


图 3

01.08.24

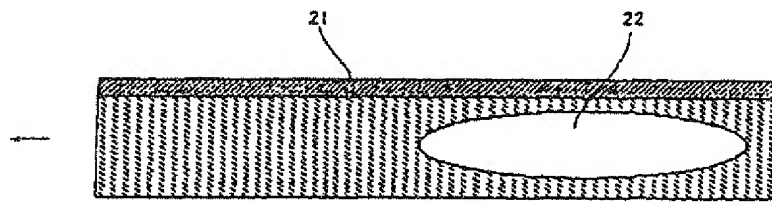


图 4

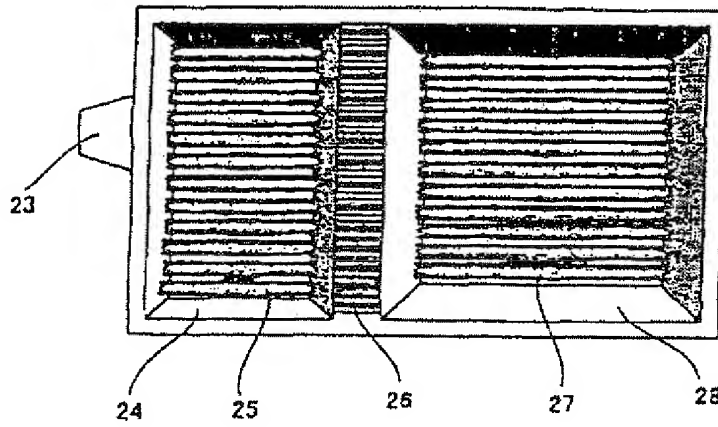


图 5

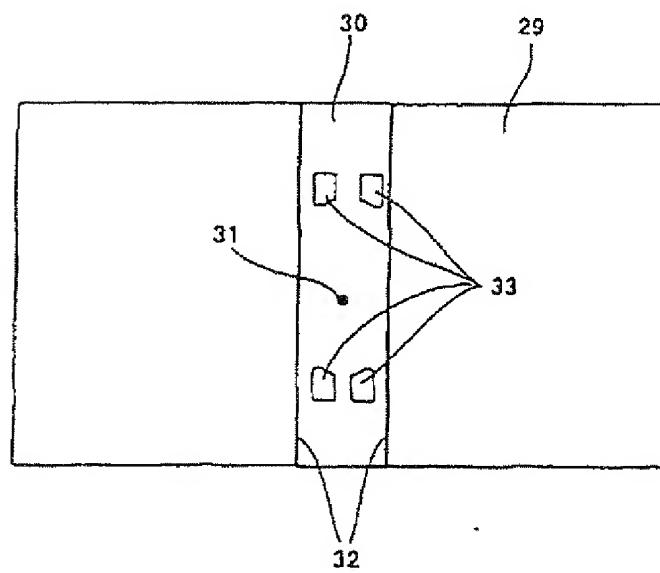


图 6